

46-
86-

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of
the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

120144



本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類は下記の出願書類の謄本に相違ないことを証明する。
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 1 9 8 7 年 3 月 2 5 日
Date of Application:

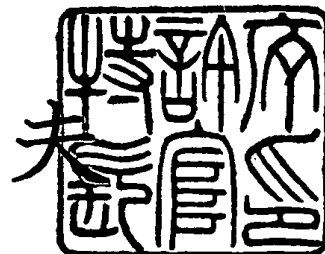
出 願 番 号
Application Number: 昭 和 6 2 年 特 許 願 第 7 2 4 8 3 号

出 願 人
Applicant(s): 株 式 会 社 半 導 体 エ ネ ル ギ ー 研 究 所

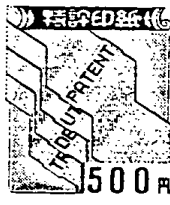
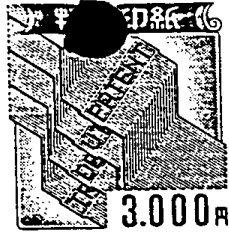
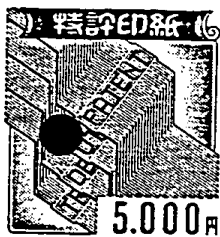
1 9 8 7 年 1 0 月 2 日

特 許 庁 長 官
Director-General,
Patent Office

小 川 邦 夫



出 証 昭 6 2 - 4 3 5 9 0



特 許 原 頁 (C)

昭和62年 3 月 25 日

特許庁長官 殿

1. 発明の名称

チョウデンドウ
超電導セラミックス

2. 発明者

住所 カ ナ ガワケンアツギ シ ハ セ バンチ
神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地

カブシキガイシャハンドウタイ ケンキュウジョ ナイ
株式会社半導体エネルギー研究所 内

氏名 ヤマ ザキ シュン ベイ
山 崎 舜 平

3. 特許出願人

住所 カ ナ ガワケンアツギ シ ハ セ バンチ
神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地

名称 カブシキガイシャハンドウタイ ケンキュウジョ
株式会社半導体エネルギー研究所

代表者 ヤマ ザキ シュン ベイ
山 崎 舜 平

4. 添付書類の目録

(1) 明細書 1 通

(2) 願書副本 1 通



明 細 書

1. 発明の名称

超電導セラミックス

2. 特許請求の範囲

$(A_{1-x} B_x)_y Cu_z O_w \cdot (A_{1-x'} B'_{x'})_{y'} Cu_{z'} O_{w'}$,
 $x, x' = 0 \sim 1, y, y' = 2.0 \sim 4.0$ 好ましくは
2.5 ~ 3.5, $z, z' = 1.0 \sim 4.0$ 好ましくは
1.5 ~ 3.5, $w, w' = 4.0 \sim 10.0$ 好ましくは 6 ~
8 を有し、A は Y (イットリウム), Gd (ガド
リニウム), Yb (イッテルビウム), Eu (ユ
ーロピウム), Tb (テルビウム), Dy (ジスプロ
シウム), Ho (ホルミウム), Er (エルビウム),
Tm (ツリウム), Lu (ルテチウム), Sc (スカン
ジウム) およびその他のランタノイドより選
ばれた 1 種類の元素よりなり、B および B' は
Ra (ラジウム), Ba (バリウム), Sr (スト
ロンチウム), Ca (カルシウム), Mg (マグ
ネシウム), Be (ベリリウム) より選ばれ
た少なくとも 2 種類の材料の元素よりなる超
電導性を有するセラミックス材料であること

を特徴とする超電導セラミックス。

3. 発明の詳細な説明

「発明の利用分野」

本発明は酸化物セラミック系超電導材料に関する。

「従来の技術」

従来、超電子材料は、水銀、鉛等の元素、NbN, Nb₃Ge, Nb₃Ga 等の合金またはNb₃(Al_{0.8}Ge_{0.2}) 等の三元素化合物よりなる金属材料が用いられている。しかしこれらのTc(超電導臨界温度) オンセットは25K までであった。

他方、近年、セラミック系の超電導材料が注目されている。この材料は最初IBM のチューリッヒ研究所よりBa-La-Cu-O(バラクオ) 系酸化物高温超電導体として報告され、さらにLSCO(第二銅酸-ランタノーストロニウム) として知られてきた。これらは(A_{1-x} B_x)_yCuO_z, x=0.01~0.3, y=1.3 ~2.2, z=2.0 ~4.0 におけるA, Bとして、それぞれ1種類の元素を用いるのみであるため、Tcオンセットが30K しか得られなかった。

「従来の問題点」

しかし、これら酸化物セラミックスの超電導の可能性はペルブスカイト型の構造を利用しているもので、その T_c も30Kがその限界であった。

このため、この T_c をさらに高くし、望むべくは液体窒素温度(77K)またはそれ以上で動作せしめることが強く求められていた。

「問題を解決すべき手段」

本発明は、かかる高温で超電導を呈するべく、新しい素材を探し求めた。その結果、 T_c オンセットも50~107Kにまで向上させ得ることが明らかになった。

本発明の超電導性セラミックスは $(A_{1-x} B_x)_y Cu_z O_w \cdot (A_{1-x'} B'_{x'})_{y'} Cu_{z'} O_{w'}$, $x, x' = 0 \sim 1$, $y, y' = 2.0 \sim 4.0$ 好ましくは2.5 ~ 3.5, $z, z' = 1.0 \sim 4.0$ 好ましくは1.5 ~ 3.5, $w, w' = 4.0 \sim 10.0$ 好ましくは6 ~ 8で一般的に示し得るものである。Aはイットリウム族より選ばれた元素およびその他のランタノイドより選ばれた元素のうちの1種類を用いている。イットリウム族とは理化学

辞典(岩波書店 1963年4月1日発行)によれば、
Y(イットリウム), Gd(ガドリニウム), Yb(イ
ッテルビウム), Eu(ユーロピウム), Tb(テルビ
ウム), Dy(ジスプロシウム), Ho(ホルミウム), Er
(エルビウム), Tm(ツリウム), Lu(ルテチウム),
Sc(スカンジウム) およびその他のランタノイド
を用いる。

またB, B'はRa(ラジウム), Ba(バリウム),
Sr(ストロンチウム), Ca(カルシウム), Mg
(マグネシウム), Be(ベリリウム) より選ば
れた元素のうち少なくとも2種類を用いている。

本発明は銅を層構造とせしめ、これを1分子内
で1層またはそれを対称構造の2層構造とし、こ
の層の最外核電子の電子の軌道により超電導を呈
せしめ得るモデルを前提としている。

かかる構造においては、銅の6ヶの原子をより
層構造とせしめ、この層をキャリアが移動しやす
くするため、本発明構造における $(A_{1-x} B_x)_y Cu_z O_w$
・ $(A_{1-x'} B'_{x'})_{y'} Cu_{z'} O_{w'}$ における A, B の選ばれ
る元素が重要である。特に A の元素をイットリウ

ーム族の元素またはランタノイドの元素、一般には元素用周期律表Ⅲaの族である。本発明は、その元素のうちの1種類を用いている。さらに本発明は、B, B'として元素周期律表におけるⅡa族であるRa(ラジウム), Ba(バリウム), Sr(ストロンチウム), Ca(カルシウム), Mg(マグネシウム), Be(ベリリウム)より選ばれた元素のうちの少なくとも2種類を用いている。かくすることにより、A, B, B'に対し、単に1つのみの元素を用いるこれまでの構造に比べて、多結晶を呈する1つの結晶粒を大きくでき、ひいてはその結晶粒界でのバリアをより消失させ得る構成とせしめた。その結果、Tcオンセットをさらに高くさせ得る。そしてその理想は単結晶構造である。

本発明は出発材料の酸化物または炭酸化物を混合し、一度加圧して、出発材料の酸化物または炭酸化物により $(A_{1-x}B_x)_yCu_zO_w \cdot (A_{1-x'}B'_{x'})_{y'}Cu_{z'}O_{w'}$ 型の分子を作り得る。

さらにこれを微粉末化し、再び加圧してタブレット化し、本焼成をする工程を有せしめている。

「作用」

本発明の新型のセラミック超電導素材はきわめて簡単に作ることができる。特にこれらはその出発材料として3Nまたは4Nの純度の酸化物または炭酸化物を用い、これをボールミルを用いて微粉末に粉碎し、混合する。すると、化学量論的に $(A_{1-x}B_x)_yCu_zO_w \cdot (A_{1-x'}B'_{x'})_{y'}Cu_{z'}O_{w'}$, $x, x', y, y', z, z', w, w'$ のそれぞれの値を任意に変更、制御することができる。

本発明においては、かかる超電導材料を作るのに特に高価な設備を用いなくともよいという他の特徴も有する。

以下に実施例に従い、本発明を記す。

「実施例 1」

本発明の実施例として、AとしてY、BとしてBa, B' としてCaを用いた。

出発材料はY化合物として酸化イットリウム(Y_2O_3)、Ba化合物として $BaCO_3$ 、Ca化合物として $CaCO_3$ 、銅化合物として CuO を用いた。これらは高純度化学工業株式会社より入手し、純度は99.95%ま



たはそれ以上の微粉末を用い、 $x = 0.33 (A:B = 1:2)$, $x' = 0.67 (A:B = 2:1)$, $y = 1, y' = 1, z = 3, z' = 3, w, w' = 6 \sim 8$ となるべく選んだ。またB, B'であるBaおよびCaを1:1とした。

これらを十分乳鉢で混合しカプセルに封入し、 3 Kg/cm^2 の荷重を加えてタブレット化(大きさ $10 \text{ mm} \phi \times 3 \text{ mm}$)した。さらに酸化性雰囲気、例えば大気中で $500 \sim 1000^\circ\text{C}$ 、例えば 700°C で8時間加熱酸化をした。この工程を仮焼成とした。

次にこれを粉砕し、乳鉢で混合した。そしてその粉末の平均粉半径が $10 \mu\text{m}$ 以下の大きさとなるようにした。

さらにこれをカプセルに封入し 50 Kg/cm^2 の圧力でタブレットに加圧して成型した。この加圧と同時に加熱をするホットプレス方式を採用してもよい。

次に $500 \sim 1000^\circ\text{C}$ 、例えば 900°C の酸化物雰囲気、例えば大気中で酸化して、本焼成を $10 \sim 50$ 時間、例えば15時間行った。

次にこの試料を酸素を少なくさせた $\text{O}_2\text{-Ar}$ 中で

加熱(600~1100℃, 3~30時間、例えば800℃、20時間)して、還元させた。すると新型の構造がより顕著に観察されるようになった。

この試料を用いて固有抵抗と温度との関係を調べた。すると最高温度が得られたものとしての T_c オンセット(超電導の始まる温度)として104K、 T_{co} (電気抵抗の零となる温度)として93Kを観察することができた。

「実施例2」

この実施例として、AとしてYbの酸化物を混合した。BとしてBa、B'としてSrを用い $y:y'=1:1$ とした。出発材料は酸化イットルビウムおよび酸化イットリウム、Baとして $BaCO_3$ 、Srとして Sr_2O_3 また銅化合物として CuO を用いた。その他は実施例1と同様である。

T_c オンセットとして109K、 T_{co} として87Kを得ることができた。

「実施例3」

実施例1において、B、B'としてBa、Srに加えA'として $CaCO_3$ を20~30%加えた。すると T_c オンセ

ットをさらに 3 ～ 5 K も向上させることができた。

本発明において、イットリウム族 (Y, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Sc,) の元素およびその他のランタノイドを酸化物または炭酸化物とし、それらを出発材料として用いて複合材料セラミックスとしても有効である。特にこれらより選ばれた材料を $(A_{1-x} B_x)_y Cu_z O_w \cdot (A_{1-x'} B'_{x'})_{y'} Cu_{z'} O_{w'}$ で示される一般式の B, B' の一部に加えることは Tc をさらに 5 ～ 10 K も向上させ得る効果があった。

本発明はその他の材料である B として、Mg, Be を用い得る。その概要は実施例 1 と概略同様である。

「効果」

本発明により、これまでまったく不可能とされていたセラミック超電導体を作ることができるようになった。

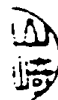
本発明において仮焼成をした後に微粉末化する工程により、初期状態でのそれぞれの出発材料の化合物を到達材料、即ち $(A_{1-x} B_x)_y Cu_z O_w \cdot (A_{1-x'} B'_{x'})_{y'} Cu_{z'} O_{w'}$ で示される材料を含む化合物とす

るものである。

さらにこの到達材料の化合物における分子構造内で銅の層構造をよりさせやすくするため、原子周期律表におけるⅡa、Ⅲaの元素を複数個混合させた。かくして最終完成化合物中に、ボイド等の空穴の存在をより除去することができ、ひいてはTcオンセット、Tcoをより高温化できるものと推定される。

また本発明の分子式で示される超電導セラミックスはその超電導の推定メカニズムとして、銅の酸化物が構造において層構造を有し、その層構造も一分子内で一層または2層構成を有し、その層内をキャリアが超電導をしているものと推定される。

本発明の実施例は、タブレットにしたものである。しかしタブレットにするのではなく、仮焼成または本焼成の後の粉末を溶媒にとかし、基板等にその溶液をコーティングをし、これを酸化性雰囲気中で焼成し、さらにその後還元性雰囲気中で本焼成をすることによって、薄膜の超電導セラミック



スとすることも可能である。

本発明により超電導体を容易に低価格で作ることができるようになった。



特許出願人

株式会社半導体エネルギー研究所

代表者 山 崎 舜 平

